UDC

中国土木工程学会标准

P T/CCES0X－202X

混凝土用功能型复合掺合料

Functional composite admixtures for concrete

（征求意见稿）

202X–XX–XX发布 202X–XX–XX实施

中国土木工程学会发布

**中国土木工程学会标准**

混凝土用功能型复合掺合料

Functional composite admixtures for concrete

**T/CCES XX－202X**

批准部门：中国土木工程学会

施行日期：202X年XX月XX日

202**×** 北京

**前言**

本标准是根据中国土木工程学会学术与标准工作委员会《关于发布<2020年中国土木工程学会标准立项计划>的通知》（学标委[2020]31号）的要求，由中国建筑科学研究院有限公司会同有关单位编制完成。

在本标准编制过程中，编制组广泛调查研究和总结了混凝土用功能型复合掺合料经验，参考了国内外有关标准，并在广泛征求意见基础上，对具体内容进行了反复讨论、协调和修改，最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容是：范围、规范性引用文件、术语和定义、组分与材料、分类与标记、要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输与贮存及有关的附录。

本标准由中国土木工程学会学术与标准工作委员会负责管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有修改意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路30号；邮政编码：100013；电子邮箱：cabrhpc@126.com）。

本标准主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：XXXX

签 发：（此处不需要编制组填写）

目录

[1 范围 1](#_Toc57577701)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc57577702)

[3 术语和定义 2](#_Toc57577703)

[4 组分与材料 2](#_Toc57577704)

[5 分类与标记 4](#_Toc57577705)

[6 要求 4](#_Toc57577706)

[7 试验方法 9](#_Toc57577707)

[8 检验规则 10](#_Toc57577708)

[9 标志、包装、运输与贮存 12](#_Toc57577709)

[附　录　A （规范性附录） 流动度比试验 13](#_Toc57577710)

[附　录　B （规范性附录） 黏度比试验 15](#_Toc57577711)

[附　录　C （规范性附录） 抗压强度比试验 17](#_Toc57577712)

[附　录　D （规范性附录） 含水量试验 18](#_Toc57577713)

[附　录　E （规范性附录） 蒸养抗压强度比试验 19](#_Toc57577714)

Contents

[1 Range 1](#_Toc50830146)

[2 Normative references 1](#_Toc50830147)

[3 Terms and definitions 2](#_Toc50830148)

[4 Components and materials 2](#_Toc50830149)

[5 Classification and marking 4](#_Toc50830150)

[6 Requirement 4](#_Toc50830151)

[7 Test method 9](#_Toc50830152)

[8 Inspection rules 10](#_Toc50830153)

[9 Marking, packaging, transportation and storage 12](#_Toc50830154)

[Appendix A (normative appendix) Fluidity ratio test 13](#_Toc50830155)

[Appendix B (normative appendix) Viscosity ratio test 15](#_Toc50830156)

[Appendix C (normative appendix) Compressive strength ratio test 17](#_Toc50830157)

[Appendix D (normative appendix) Water content test 18](#_Toc50830157)

[Appendix E (normative appendix) Autoclaved compressive strength ratio test 19](#_Toc50830157)

混凝土用功能型复合掺合料

* 1. 范围

本标准规定了混凝土用功能型复合掺合料的术语和定义、分类与标记、要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输与贮存。

本标准适用于混凝土用功能型复合掺合料的生产和检验。

* 1. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件，凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 176 水泥化学分析方法

GB/T 203 用于水泥中的粒化高炉矿渣

GB/T 750 水泥压蒸安定性试验方法

GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB/T 2419 水泥胶砂流动度测定方法

GB/T 5483 天然石膏

GB 6566 建筑材料放射性核素限量

GB/T 6645 用于水泥中的粒化电炉磷渣

GB 8076 混凝土外加剂

GB 9774 水泥包装袋

GB 12573 水泥取样方法

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）

GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂

GB/T 20491 用于水泥和混凝土中的钢渣粉

GB/T 21371 用于水泥中的工业副产石膏

GB/T 26748 水泥助磨剂

GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰

GB/T 30190 石灰石粉混凝土

GB/T 30435 电热干燥箱及电热鼓风干燥箱

GBT 31296 防腐阻锈剂

GB/T 50733 预防混凝土碱骨料反应技术规范

JG/T 223 聚羧酸系高性能减水剂

JG/T 315 水泥砂浆和混凝土用天然火山灰质材料

JG/T 317 混凝土用粒化电炉磷渣粉

JG/T 566 混凝土和砂浆用天然沸石粉

TB/T 3275 铁路混凝土

YB/T 022 用于水泥中的钢渣

YB/T 4229 用于水泥和混凝土中的硅锰渣粉

YB/T 4230 用于水泥和混凝土中的锂渣粉

T/ASC 01 水泥和混凝土用镍铁渣粉

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1矿物掺合料 mineral admixture

以硅、铝、钙等一种或多种氧化物为主要成分，具有规定细度，掺入混凝土中能改善混凝土性能的粉体材料，可分为活性矿物掺合料和惰性矿物掺合料。

3.2功能型复合矿物掺合料 functional compound mineral admixtures

由本标准所列的两种或两种以上的矿物掺合料，按一定比例混合均匀的粉体材料；或由本标准所列的两种或两种以上的矿物原料，按一定比例混合后，必要时可掺加适量石膏和助磨剂，通过粉磨等物理加工或热加工至一定细度，显著改善混凝土拌合物工作性、力学性能、耐久性能的粉体材料。

* 1. 组分与材料

4.1组分

复合矿物掺合料中每种矿物掺合料的质量分数不应小于10%，加入的助磨剂不应超过复合矿物掺合料总质量的0.5%，复合矿物掺合料中不应掺入除石膏、助磨剂以外的其他化学外加剂。

4.2材料

4.2.1粉煤灰

粉煤灰应符合GB/T 1596的规定。

4.2.2粒化高炉矿渣粉或粒化高炉矿渣

粒化高炉矿渣粉应符合GB/T 18046的规定；粒化高炉矿渣应符合GB/T 203的规定。

4.2.3硅灰

硅灰应符合GB/T 27690的规定。

4.2.4偏高岭土

偏高岭土应符合GB/T 18736的规定。

4.2.5磨细火山灰或火山渣

磨细火山灰或火山渣应符合JG/T 315的规定。

4.2.6石灰石粉

石灰石粉应符合GB/T 30190的规定。

4.2.7沸石粉

沸石粉应符合JG/T 566的规定。

4.2.8粒化电炉磷渣粉或粒化电炉磷渣

粒化电炉磷渣粉应符合JG/T 317的规定；粒化电炉磷渣应符合GB/T 6645的规定。

4.2.9钢渣粉或钢渣

钢渣粉应符合GB/T 20491的规定；钢渣应符合YB/T 022的规定。

4.2.10镍铁渣粉

镍铁渣粉应符合T/ASC 01的规定。

4.2.11硅锰渣粉

硅锰渣粉应符合YB/T 4229的规定。

4.2.12锂渣粉

锂渣粉应符合YB/T 4230的规定。

4.2.13助磨剂

助磨剂应符合GB/T 26748的规定，助磨剂不应对混凝土性能有害。

4.2.14石膏

天然石膏应符合GB/T5483的规定；工业副产石膏应符合GB/T21371的规定。

* 1. 分类与标记

5.1分类

功能型复合矿物掺合料分为降黏型、增黏型、早强型、防腐型、蒸养型、抑制碱骨料反应型。

5.2标记

5.2.1 标记方法

功能型复合矿物掺合料的标记由功能型复合矿物掺合料名称代号、分类代号和本标准编号三部分组成。表示如下：

* -

本标准编号：T/CCES0X ×××-20××

分类代号: 降黏型为J，增黏型为Z，防腐型为F，早强型为Q，蒸养型为ZY，抑制碱骨料反应型为Y

名称代号：FCMA

5.2.2 标记示例

a)降黏型复合矿物掺合料表示为：FCMA-J- T/CCES0X ×××-20××。

b)防腐型复合矿物掺合料表示为：FCMA-F- T/CCES0X×××-20××。

c)早强型复合矿物掺合料表示为：FCMA-Q- T/CCES0X×××-20××。

* 1. 要求
		1. 降黏型复合矿物掺合料的技术指标应符合表1的规定。

表1 降黏型复合矿物掺合料的技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术要求 |
| 1 | 细度 | 45μm方孔筛筛余（质量分数）/% | ≤12 |
| 2 | 流动度比/% | ≥100 |
| 3 | 黏度比/% | ≤65 |
| 4 | 抗压强度比/% | 7d | ≥80 |
| 28d | ≥80 |
| 5 | 含水量/% | ≤1.0 |
| 6 | 氯离子含量（质量分数）/% | ≤0.06 |
| 7 | 三氧化硫含量（质量分数）/% | ≤3.5 |
| 8 | 安定性a | 沸煮法b | 合格 |
| 压蒸法c | 压蒸膨胀率不大于0.50% |
| a将复合矿物掺合料与符合GSB14-1510强度检验用水泥标准样品或合同约定水泥按质量比3:7混合均匀；b仅针对以C类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料；c仅针对以钢渣或钢渣粉为组分的复合矿物掺合料。 |

* + 1. 增黏型复合矿物掺合料的技术指标应符合表2的规定。

表2 增黏型复合矿物掺合料的技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术要求 |
| 1 | 细度 | 45μm方孔筛筛余（质量分数）/% | ≤12 |
| 2 | 流动度比/% | ≤85 |
| 3 | 黏度比/% | ≥150 |
| 4 | 抗压强度比/% | 7d | ≥90 |
| 28d | ≥100 |
| 5 | 含水量/% | ≤1.0 |
| 6 | 氯离子含量（质量分数）/% | **≤**0.06 |
| 7 | 三氧化硫含量（质量分数）/% | ≤3.0 |
| 8 | 安定性a | 沸煮法b | 合格 |
| 压蒸法c | 压蒸膨胀率不大于0.50% |
| a将复合矿物掺合料与符合GSB14-1510强度检验用水泥标准样品或合同约定水泥按质量比3:7混合均匀；b仅针对以C类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料；c仅针对以钢渣或钢渣粉为组分的复合矿物掺合料。 |

* + 1. 防腐型复合矿物掺合料的技术指标应符合表3的规定。

表3 防腐型复合矿物掺合料的技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术要求 |
| 1 | 细度 | 45μm方孔筛筛余（质量分数）/% | ≤12 |
| 2 | 黏度比a/% | ≤65 |
| 3 | 抗压强度比/% | 7d | ≥90 |
| 28d | ≥100 |
| 4 | 氯离子渗透系数比/% | ≤85 |
| 5 | 硫酸盐侵蚀系数比/% | ≥115 |
| 6 | 含水量（质量分数）/% | ≤1.0 |
| 7 | 氯离子含量（质量分数）/% | ≤0.06 |
| 8 | 三氧化硫含量（质量分数）/% | ≤3.0 |
| 9 | 安定性b | 沸煮法c | 合格 |
| 压蒸法d | 压蒸膨胀率不大于0.50% |
| a仅针对用于配制水下灌注桩等自密实混凝土时的复合矿物掺合料；b将复合矿物掺合料与符合GSB14-1510强度检验用水泥标准样品或合同约定水泥按质量比3:7混合均匀；c仅针对以C类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料；d仅针对以钢渣或钢渣粉为组分的复合矿物掺合料。 |

* + 1. 早强型复合矿物掺合料的技术指标应符合表4的规定。

表4 早强型复合矿物掺合料的技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术要求 |
| 1 | 细度 | 45μm方孔筛筛余（质量分数）/% | ≤12 |
| 2 | 流动度比/% | ≥90 |
| 3 | 游离氧化钙含量/% | ≤1.0 |
| 4 | MgO含量/% | ≤14.0 |
| 5 | 抗压强度比/% | 3d | ≥100 |
| 28d | ≥100 |
| 6 | 含水量（质量分数）/% | ≤1.0 |
| 7 | 氯离子含量（质量分数）/% | ≤0.06 |
| 8 | 三氧化硫含量（质量分数）/% | ≤3.5 |
| 9 | 安定性a | 沸煮法b | 合格 |
| 压蒸法c | 压蒸膨胀率不大于0.50% |
| a将复合矿物掺合料与符合GSB14-1510强度检验用水泥标准样品或合同约定水泥按质量比3:7混合均匀；b仅针对以C类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料；c仅针对以钢渣或钢渣粉为组分的复合矿物掺合料。 |

* + 1. 蒸养型复合矿物掺合料的技术指标应符合表5的规定。

表5 蒸养型复合矿物掺合料的技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术要求 |
| 1 | 密度/（g/cm3） | ≥2.0 |
| 2 | 比表面积/（m2/ Kg） | ≥500 |
| 3 | 流动度比/% | ≥90 |
| 4 | 蒸养抗压强度比/% | 蒸养后 | ≥110 |
| 3d |
| 28d |
| 5 | 含水量（质量分数）/% | ≤1.0 |
| 6 | 氯离子含量（质量分数）/% | ≤0.06 |
| 7 | 三氧化硫含量（质量分数）/% | ≤4.0 |
| 8 | 烧失量（质量分数）/% | ≤5.0 |
| 9 | 安定性a | 沸煮法b | 合格 |
| 压蒸法c | 压蒸膨胀率不大于0.50% |
| a将复合矿物掺合料与符合GSB14-1510强度检验用水泥标准样品或合同约定水泥按质量比3:7混合均匀；b仅针对以C类粉煤灰、钢渣或钢渣粉中一种或几种为组分的复合矿物掺合料；c仅针对以钢渣或钢渣粉为组分的复合矿物掺合料。 |

* + 1. 抑制碱骨料反应型复合矿物掺合料的技术指标应符合表5的规定。

表5 抑制碱骨料反应型复合矿物掺合料的技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术要求 |
|  | 细度 | 45μm方孔筛筛余（质量分数）/% |  |
| 1 | 14d膨胀率（快速砂浆棒法）/% | ≤0.1 |
| 2 | 含水量（质量分数）/% | ≤1.0 |
| 3 | 氯离子含量（质量分数）/% | ≤0.06 |
| 4 | 三氧化硫含量（质量分数）/% | ≤3.0 |

* + 1. 碱含量(选择性指标)

功能型复合矿物掺合料的碱含量应为各组分的碱含量之和：粉煤灰和火山灰及火山渣的碱含量可用实测Na2Oeq值的1/6计算，硅灰和粒化高炉矿渣粉的碱含量可用实测Na2Oeq值的1/2计算，其他组分的碱含量可按实测Na2Oeq值计算。其中Na2Oeq值按Na2O+0.658K2O计算。

当功能型复合矿物掺合料用于具有潜在碱活性骨料配制的混凝土或有其他性能要求时，可限制掺合料的碱含量，限制值由买卖双方协商确定。

* 1. 试验方法
		1. 降黏型复合矿物掺合料

细度按GB/T 1345中的水筛法进行，流动度比按照附录A进行，黏度比按附录B进行，抗压强度比按附录C进行，含水量按附录D进行，三氧化硫含量、氯离子含量和碱含量按GB/T 176进行。

* + 1. 增黏型复合矿物掺合料

细度按GB/T 1345中的水筛法进行，流动度比按照附录A进行，黏度比按附录B进行，抗压强度比按附录C进行，含水量按附录D进行，三氧化硫含量、氯离子含量和碱含量按GB/T 176进行。

* + 1. 防腐型复合矿物掺合料

细度按GB/T 1345中的水筛法进行，黏度比按附录B进行，抗压强度比按附录C进行，含水量按附录D进行，氯离子渗透系数比、硫酸盐侵蚀系数比按按GB/T 31296进行，三氧化硫含量、氯离子含量和碱含量按GB/T 176进行。

* + 1. 早强型复合矿物掺合料

细度按GB/T 1345中的水筛法进行，流动度比按照附录A进行，抗压强度比按附录C进行，含水量按附录D进行，游离氧化钙含量、MgO含量、三氧化硫含量、氯离子含量和碱含量按GB/T 176进行。

* + 1. 蒸养型复合矿物掺合料

密度按GB/T 208进行，比表面积按GB/T 8074进行，流动度比按照附录A进行；蒸养抗压强度比按附录E进行，含水量按附录D进行，烧失量、三氧化硫含量、氯离子含量和碱含量按GB/T 176进行。

* + 1. 抑制碱骨料反应型复合矿物掺合料

细度按GB/T 1345中的水筛法进行；14d膨胀率按GB/T 50733附录A进行，复合掺合料的掺量应采用10%；含水量按附录D进行，三氧化硫含量、氯离子含量和碱含量按GB/T 176进行。

* 1. 检验规则
		1. 编号

功能型复合矿物掺合料出厂前按同类别、同级别进行编号和取样。功能型复合矿物掺合料出厂编号按单线年生产能力规定为：

60×104t以上，不超过2000t为一编号；

30×104~60×104t，不超过1000t为一编号；

10×104~30×104t，不超过600t为一编号；

10×104t以下，不超过200t为一编号；

当散装运输工具容量超过该厂规定出厂编号吨位时，允许该编号数量超过该厂规定出厂编号吨数。

* + 1. 取样

a) 每一编号为一取样单位。

b) 取样方法按GB/T 12573进行。取样应有代表性，应从10个以上不同部位取样。袋装功能型复合矿物掺合料应从10个以上包装袋内等量抽取；散装功能型复合矿物掺合料应从至少三个散装集装箱（罐）内抽取，每个集装箱（罐）应从不同深度等量抽取。抽取的样品总质量不应少于10kg。样品混合均匀后，按四分法取出比试验需要量大一倍的试样。

c) 检验样品应留样封存，并保留至少6个月。当有争议时，对留样进行复检或仲裁检验。

* + 1. 出厂检验

各类复合掺合料的出厂检验项目包括其对应的除碱含量之外的所有项目。

* + 1. 型式检验
			1. 型式检验项目包括第6章的全部要求。

碱含量应由生产厂家根据原材料实测值及原材料比例进行加权换算后提供。

* + - 1. 有下列情况之一者，应进行型式检验：

——原材料来源、生产工艺发生变化；

——正常生产，一年至少进行一次检验；

——停产6个月以上恢复生产时；

——出厂检验结果和上次型式检验结果有较大差异时。

* + 1. 判定规则
			1. 出厂检验符合本标准出厂检验要求时，判为出厂检验合格。若其中任何一项不符合要求时，允许在同一批次中重新取样，对不合格项进行加倍试验复检。复检结果均合格时，判为出厂检验合格；当仍有一组试验结果不符合要求时，判为出厂检验不合格。复检不合格时，应根据复检结果降级使用或不使用。
			2. 型式检验符合本标准型式检验要求时，判为型式检验合格。若其中任何一项不符合要求时，允许在同一批次中重新取样，对不合格项进行加倍试验复检。复检结果均合格时，判为型式检验合格；当仍有一组试验结果不符合要求时，判为型式检验不合格。
		2. 检验报告

检验报告内容应包括检验项目、功能复合矿物掺合料主要组分及其含量范围以及合同约定的其他技术要求。当用户需要时，生产厂应在功能型复合矿物掺合料发出之日起11d内寄发除28d抗压强度比以外的各项试验结果。28d抗压强度比应在复合矿物掺合料发出之日起32d内补报。

* + 1. 交货与验收
			1. 交货时功能型复合矿物掺合料的质量验收可抽取实物试样以其检验结果为依据，也可以生产者同编号功能型复合矿物掺合料的检验报告为依据。采取何种方法验收由买卖双方商定，并在合同或协议中注明。卖方有告知买方验收方法的责任。当无书面合同，或未在合同中注明验收方法的，卖方应在发货票上注明“以本厂同编号功能型复合矿物掺合料的检验报告为验收依据”字样。
			2. 以抽取实物试样的检验结果为验收依据时，买卖双方应在发货前或交货地共同取样和签封。取样方法按 GB/T 12573 进行，取样数量为20kg，缩分为二等份。一份由卖方保存6个月，一份由买方按本标准规定的项目和方法进行检验。在 40d 以内，买方检验认为产品质量不符合本标准要求，而卖方存有异议时，则双方应将卖方保存的另一份试样送省级或省级以上国家认可的质量监督检验机构进行仲裁检验。功能型复合矿物掺合料安定性仲裁检验时，应在取样之日起 10d 以内完成。
			3. 以生产者同编号功能型复合矿物掺合料的检验报告为验收依据时，在发货前或交货时买方在同编号功能型复合矿物掺合料中取样，双方共同签封后由卖方保存120d，或认可卖方自行取样、签封并保存120d 的同编号功能型复合矿物掺合料的封存样。在120d 内，买方对功能型复合矿物掺合料质量有疑问时，则买卖双方应将共同认可的试样送省级或省级以上国家认可的质量监督检验机构进行仲裁检验。
	1. 标志、包装、运输与贮存
		1. 标志

袋装功能型复合矿物掺合料的包装袋上应清楚标明产品名称、分类与标记、执行标准号、主要原材料种类及比例、批号、生产厂名称和地址、净质量、包装日期和出厂编号。

散装时应提交与袋装标识相同内容的卡片。

* + 1. 包装

功能型复合矿物掺合料可以散装或袋装。袋装每袋净质量为50 kg或25 kg，且不应少于标识质量的98%。随机抽取20袋，其总质量不得少于标准质量的20倍。功能型复合矿物掺合料包装袋应符合GB 9774的规定。其他包装规格可由买卖双方协商确定。

* + 1. 运输与贮存

功能型复合矿物掺合料在运输和贮存时不应受潮、混入杂物，贮存期限不宜超过6个月。

1. （规范性附录）
流动度比试验

A.1范围

本附录规定了功能型复合掺合料流动度比试验的方法。

A.2仪器设备和材料

仪器设备应符合下列要求：

a)搅拌机

符合GB/T 17671规定的行星式水泥胶砂搅拌机。

b)流动度跳桌

符合GB /T 2419的规定。

c)水泥

采用GB 8076混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合GB 175规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥。

d)天平

称量1000 g，感量1 g；称量100 g，感量0.01 g。

e)砂

符合GB/T 17671规定的中国ISO标准砂。

f)水

自来水或蒸馏水。

g)复合矿物掺合料

应采用受检的复合矿物掺合料。

A.3试验步骤

A.3.1试验室应符合GB/T 17671的规定。

A.3.2复合矿物掺合料的流动度比按照表A.1的胶砂配合比和GB /T 2419规定的方法进行试验，分别测定对比胶砂和试验胶砂的流动度。

表A.1 胶砂配合比

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 胶砂种类 | 水泥∕g | 复合掺合料∕g | 标准砂∕g | 加水量∕mL |
| 对比胶砂 | 450 | — | 1350 | 225 |
| 试验胶砂 | 405 | 45 | 1350 | 225 |

A.4功能型复合掺合料流动度比

A.4.1功能型复合掺合料流动度比按式（A.1）计算：

…………………………………（A.1）

式中：

FF——功能型复合掺合料流动度比（%），精确至1%；

L——试验胶砂的流动度，单位为毫米（mm）；

L0——对比胶砂的流动度，单位为毫米（mm）。

A.4.2功能型复合掺合料流动度比取两次试验结果的算术平均值，精确至1%。

1. （规范性附录）
黏度比试验
	1. 范围

本附录规定了功能型复合掺合料黏度比试验的方法。

* 1. 仪器设备和材料

仪器设备应符合下列要求：

1. 旋转黏度计：符合GB/T 10247的规定，黏度范围为10mPa·s；
2. 搅拌机：符合JC/T 729规定的水泥净浆搅拌机；
3. 圆模：上口直径36mm，下口直径60mm，高度60mm，内壁光滑无暗缝的金属制品；
4. 辅助工具：φ400mm×5mm玻璃板、刮刀、卡尺、量筒和电子天平。
	1. 试验室温湿度

试验室温度为20℃±2℃，相对湿度不低于50%。

* 1. 试验步骤

试验步骤如下：

1. 水泥净浆的配合比见表B.1，水泥和减水剂选用实际工程用水泥和减水剂，减水剂的用量以基准水泥净浆的流动度达到200mm±10mm时为准；

表B.1水泥净浆的配合比

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 水泥/g | 水/g | 减水剂/g | 功能型复合掺合料/g |
| 基准组 | 500 | 100 | 净浆流动度达到200mm±10mm时用量 | 0 |
| 试验组 | 450 | 100 | 与对比组相同 | 掺量不应大于10% |

1. 用湿布将玻璃板、圆模内壁、搅拌锅、搅拌叶片全部润湿。将圆模置于玻璃板的中间位置，并用湿布覆盖；
2. 按表B.1规定称取基准组的水泥、水和适量的减水剂，将减水剂好约1/2的水同时加入搅拌锅中，用剩余的水反复冲洗盛装减水剂的烧杯，直至将减水剂冲洗干净并全部加入搅拌锅中。然后加入水泥，并将搅拌锅固定在搅拌机上，按JC/T 729规定的搅拌程序搅拌；
3. 搅拌结束后，将搅拌锅取下，用搅拌勺边搅拌边将浆体倒入置于玻璃板中间位置的圆模内。用刮刀将高出圆模的浆体刮除并抹平，立即平稳提起圆模。圆模提起后，等待粘附于圆模内壁上的浆体下趟，以保证每次试验的浆体量基本相同。提起圆模1min后，用卡尺测量水泥净浆扩展体的两个垂直方向的直径，二者的平均值即为浆体的流动度；
4. 调整减水剂掺量，重复步骤b）~d），直至将基准组水泥净浆流动度调整为200mm±10mm。此时减水剂的掺量即为基准组水泥净浆的减水剂掺量；
5. 确定减水剂掺量后，根据估计的基准组水泥净浆黏度，按旋转黏度计使用说明书规定选择适宜的转子和转速，并调节旋转黏度及的水准器气泡至居中；
6. 按步骤c）搅拌制备基准组水泥净浆，倒入250mL烧杯内，将其放置于旋转黏度计转子正下方。调节旋转黏度计，使转子插入基准组水泥净浆液面下直至规定的深度；
7. 启动旋转黏度计测试基准组水泥净浆的黏度。若测得的黏度值不在所选转子和转速对应的黏度测试范围内，则更换转子或重新设定转速后进行测试。连续测试3次，取3次测得黏度的平均值作为基准组水泥净浆的黏度，记录为η1；
8. 按表B.1规定称取试验组的水泥、水、减水剂、功能型复合掺合料，并按步骤b）~d）制备出试验组水泥净浆；
9. 重复步骤f）~h），试验组水泥净浆的黏度记录为η2。
	1. 结果计算与处理

黏度比按式B.1计算：

$η=\frac{η\_{2}}{η\_{1}}×100\%$ B.1

式中：

$η$——黏度比，用百分数表示（%），精确至1%；

$η\_{1}$——基准组水泥净浆的黏度，单位为毫帕秒（mPa·s）；

$η\_{2}$——试验组水泥净浆的黏度，单位为毫帕秒（mPa·s）。

1. （规范性附录） 抗压强度比试验
	1. 范围

本附录规定了功能型复合掺合料抗压强度比试验的方法。

* 1. 仪器设备和材料

仪器设备应符合下列要求：

1. 试验用仪器应采用GB/T 17671中所规定的试验用仪器；
2. 水泥：采用GB 8076混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合GB 175规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥；
3. 天平：称量1000g，感量1g；称量100g，感量0.01g；
4. 砂：符合GB/T 17671规定的中国ISO标准砂；
5. 水：自来水或蒸馏水；
6. 复合掺合料应采用受检的功能型复合掺合料。
	1. 试验步骤

C.3.1试验室应符合GB/T 17671的规定。

C.3.2确定抗压强度比的胶砂配合比应符合表B.1的规定。

表B.1 胶砂配合比

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 胶砂种类 | 水泥∕g | 复合掺合料∕g | 标准砂∕g | 加水量∕mL |
| 对比胶砂 | 450 | — | 1350 | 225 |
| 试验胶砂 | 405 | 45 | 1350 | 225 |

B.3.3按照GB/T 17671的规定进行胶砂的搅拌。

B.3.4按照GB/T 17671的规定分别测试不同龄期的对比胶砂和试验胶砂抗压强度。

* 1. 功能型复合掺合料抗压强度比

功能型复合掺合料抗压强度比按式（B.1）计算：

…………………………………（B.1）

式中：

A——复合矿物掺合料抗压强度比（%）；

Rt——受检胶砂相应龄期的抗压强度（MPa）；

R0——对比胶砂相应龄期的抗压强度（MPa）。

1. （规范性附录）
含水量试验
	1. 范围

本附录规定了功能型复合矿物掺合料的含水量测试方法。

* 1. 仪器设备
		1. 电热干燥箱及电热鼓风干燥箱：可控温度不低于110℃，最小分度值不大于2℃。
		2. 天平：量程不小于100g，准确至0.01g。
	2. 试验步骤
		1. 称取功能型复合矿物掺合料试样约50g，准确至0.01g，倒入烘干至恒重的蒸发皿中。
		2. 将烘干箱温度调整并控制在105℃~110℃。
		3. 将功能型复合矿物掺合料试样放入烘干箱内烘至恒重，取出放在干燥器中冷却至室温后称量，准确至0.01g。
	3. 试验结果处理
		1. 含水量按式（C.1）计算，精确至0.1%。

  (C.1)

式中：

——含水量（%）；

——烘干前试样的质量（g）；

——烘干后试样的质量（g）。

* + 1. 每个样品应称取两个试样进行试验，取两个试样含水量的算术平均值为试验结果。当两个试样含水量的绝对差值大于0.2%时，应重新试验。
1. （规范性附录）
蒸养抗压强度比试验
	1. 范围

本附录规定了蒸养抗压强度比试验方法。

* 1. 仪器设备
1. 试验用仪器应采用GB/T 17671中所规定的试验用仪器；
2. 蒸汽养护箱

①蒸汽养护箱内腔基本尺寸要求：长度不小于900mm，宽度不小于700mm，高度不小于380mm；蒸汽养护箱内腔内应装有试体架，试体架距箱底高度至少130mm，箱顶有密封的箱盖，箱壁内填有良好的保温材料。

②蒸汽养护箱的温度控制范围为20℃~100℃,温度精度为±2℃，相对湿度大于90%。

③蒸汽养护箱应具有等速升温调节的自动控制功能，且具有程序结束报警功能。

④蒸汽养护箱的水蒸气可采用箱体外部直接输入，也可以采用箱体内部电加热法产生；蒸汽养护箱底应有足量的水，胶砂试体应处于饱和蒸汽环境中。

1. 水泥：采用GB 8076混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合GB 175规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥；
2. 天平：称量1000g，感量1g；称量100g，感量0.01g；
3. 砂：符合GB/T 17671规定的中国ISO标准砂；
4. 水：自来水或蒸馏水；
5. 蒸养型复合矿物掺合料。
	1. 试验步骤

E.3.1试验室应符合GB/T 17671的规定。

E.3.2确定抗压强度比的胶砂配合比应符合表E.1的规定。

表E.1 胶砂配合比

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 胶砂种类 | 水泥∕g | 蒸养型复合矿物掺合料∕g | 标准砂∕g | 加水量∕mL |
| 对比胶砂 | 450 | — | 1350 | 225 |
| 试验胶砂 | 405 | 45 | 1350 | 225 |

E.3.3按照GB/T 17671的规定进行胶砂的搅拌，搅拌完成后，成型胶砂试件；胶砂试件在标准养护24h后脱模，然后在蒸汽养护箱内开始胶砂试件的蒸汽养护作业，2h等速升温至(85±2)℃，在(85±2)℃下恒温4h后停止加热；胶砂试件继续在蒸养箱中留置1h后，将试件从蒸养箱中取出，在室内自然冷却；待冷却至室温后，部分胶砂试件可以测定抗压强度，剩余的胶砂试件放入(20±1)℃水中标养。

E.3.4按GB/T 17671测定胶砂试体的抗压强度。胶砂试件冷却后，分别测定对比胶砂和试验胶砂的蒸养抗压强度R0蒸和R蒸。剩余的胶砂试件在水中标养，至3d龄期后取出一部分胶砂试体，分别测定对比胶砂和试验胶砂的抗压强度R03和R3;在水中标养至28d龄期后再取出剩下的胶砂试体,再分别测定对比胶砂和试验胶砂的抗压强度R028和R28。各龄期胶砂试件的破型时间偏差为±2h。

* 1. 蒸养型复合矿物掺合料抗压强度比

蒸养型复合矿物掺合料蒸养、3d、28d抗压强度比分别按式（E.1、E.2、E.3）计算，计算结果保留至整数：

…………………………………（E.1）

…………………………………（E.2）

…………………………………（E.3）

式中：

A蒸——蒸养型复合矿物掺合料蒸养抗压强度比（%）；

A3——蒸养型复合矿物掺合料3d抗压强度比（%）；

A28——蒸养型复合矿物掺合料28d抗压强度比（%）；

R0蒸——对比胶砂蒸养抗压强度（MPa）；

R蒸——试验胶砂蒸养抗压强度（MPa）；

R03——对比胶砂3d抗压强度（MPa）；

R3——试验胶砂3d抗压强度（MPa）；

R028——对比胶砂28d抗压强度（MPa）；

R28——试验胶砂28d抗压强度（MPa）。